Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Декан биологического факультета
_____ В.В. Лысак
«29» мая 2012 г.

Регистрационный № УД-508/25р.

Биометрия

Учебная программа (рабочий вариант) для специальностей:
1-31 01 01 Биология;
1-33 01 01 Биоэкология

Факультет биологический
(название факультета)

Кафедра общей экологии и методики преподавания биологии
(название кафедры)

Курс (курсы) 3

Семестр (семестры) 5

Лекции 24
(количество часов)

Практические (семинарские) занятия _____
(количество часов)

Лабораторные занятия 28
(количество часов)

КСР _____
(количество часов)

Всего аудиторных часов по дисциплине 52
(количество часов)

Всего часов по дисциплине 78
(количество часов)

Экзамен _____
(семестр)

Зачет 5
(семестр)

Курсовой проект (работа) _____
(семестр)

Форма получения высшего образования дневная

Составил(а) А.А. Жукова, к.б.н., доцент; М.Л. Минец, ассистент
(И.О., Фамилия, степень, звание)

2012 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы
(название типовой учебной
«Биометрия», 30.06.2010 г, регистрационный № ТД-G 314/тип.
программы (учебной программы (см. разделы 5-7 Порядка)), дата утверждения, регистрационный номер)

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры
общей экологии и методики преподавания биологии
(название кафедры)
25.05.2012 г., протокол №14
(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

(подпись) В.В. Гричик (И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической комиссией биологического факультета

29.05.2012 г., протокол № 9
(дата, номер протокола)

Председатель

(подпись) В.Д. Поликсенова (И.О.Фамилия)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современная биология давно перестала быть исключительно описательной наукой. Сегодня ее существование и развитие невозможно без использования методов и подходов такой области математики как статистика. Статистика позволяет компактно описать данные, понять их структуру, провести классификацию, увидеть закономерности в хаосе случайных явлений. Игнорирование и недооценка статистической обработки и математического анализа полученного исследователем материала может свести на нет результаты многих важных опытов, привести к необоснованным и даже ошибочным выводам. Умелое применение статистических методов позволяет объективно оценивать результаты массовых наблюдений, выявлять скрытые закономерности, правильно трактовать их, что в конечном итоге делает биологию точной наукой. В связи этим курс лекций «Биометрия» является обязательным при подготовке специалистов биологического профиля.

Цель курса - сформировать у студентов целостную систему знаний о современных подходах статистического анализа данных. В **задачи** дисциплины входит освоение методов, позволяющих выявлять количественные закономерности в биологических явлениях; ознакомление с принципами построения математических моделей биологических явлений и процессов; формирование навыков и умений компьютерной обработки экспериментальных данных; ознакомление с правилами корректного представления результатов исследований; формирование способности к критическому анализу представляемых в публикациях данных.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

– классификацию основных методов статистического анализа биологических данных;

– способы описания центральной тенденции и разброса в совокупностях, подчиняющихся различным законам распределения;

– условия применения параметрических и непараметрических методов анализа данных;

– основные методы сравнения двух и более совокупностей;

– методы выявления связи между биологическими признаками и ограничения по их применению;

– методы анализа частот;

уметь:

– распознавать разные типы биологических данных;

– строить графические изображения вариационных рядов;

– описывать наиболее выраженные свойства анализируемой совокупности по графическому изображению вариационного ряда;

– рассчитывать основные показатели описательной статистики при помощи компьютера;

– выполнять сравнение двух и более выборок при помощи компьютера;

– выполнять анализ частот при помощи компьютера;

– выполнять корреляционный и регрессионный анализы при помощи компьютера.

В курсе подробно рассматриваются традиционные методы анализа данных. Наряду с этим большое внимание уделяется непараметрическим методам, использование которых в практике биологических исследований постоянно возрастает. На примере кластерного и дискриминантного анализов, а также метода главных компонент слушатели знакомятся с элементами многомерной статистики. Теоретические положения лекционного курса развиваются и закрепляются на лабораторных занятиях, при выполнении которых студенты приобретают навыки и умения статистической обработки данных при помощи персонального компьютера. Студенты изучают возможности использования программ EXCEL и STATISTICA для расчета параметров описательной статистики, построения кривых распределения и гистограмм, выполнения дисперсионного анализа и сравнения двух групп, расчета коэффициентов корреляции, анализа частот, выполнения регрессионного анализа.

Организация самостоятельной работы студентов по курсу предполагает размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов (программа, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, вопросы для самоконтроля, темы лабораторных занятий и методические и информационные материалы к ним и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного и письменного опросов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Программа рассчитана на 78 часов, в том числе 52 часов аудиторных: 24 – лекционных и 28 – лабораторных занятий.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ПРОГРАММЫ

I. ВВЕДЕНИЕ

Биометрия как наука. Значение биометрии в исследовательской работе и профессиональной подготовке специалистов-биологов. Роль работ У. Петти, Дж. Гранта, П.-С. де Лапласа, П. Пуассона, П. Л. Чебышева, А. Кетле, К. Ф. Гаусса, Ф. Гальтона, К. Пирсона, У. Госсета, Р. Фишера и других ученых в развитии биометрии.

II. ДАННЫЕ В БИОЛОГИИ

Понятие о наименьшей выборочной единице (единице наблюдения) и данных в биологии. Переменные (признаки). Генеральная совокупность и выборка. Количественные переменные: дискретные и непрерывные. Качественные переменные. Ранговая шкала измерений. Производные переменные: пропорции, индексы, интенсивности протекания процессов.

III. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сплошное и выборочное обследование совокупностей. Важность случайного (рандомизированного) отбора единиц наблюдения при формировании выборок. Понятие о репрезентативной и смещенной выборках. Полностью случайный отбор и его реализация при помощи таблиц случайных чисел. Стратифицированный отбор. Систематический отбор.

IV. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА

Группировка данных в вариационный ряд. Способы графического изображения вариационного ряда: полигон (кривая) распределения, гистограмма. Теоретические распределения случайных величин и их свойства: биномиальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение. Коэффициенты асимметрии и эксцесса.

Средние величины: средняя арифметическая, взвешенная средняя, геометрическая средняя. Меры разброса единиц совокупности: дисперсия и стандартное отклонение. Коэффициент вариации.

Мода. Медиана и процентили. 25-й и 75-й процентили (квартили).

Расчет параметров описательной статистики при качественной изменчивости.

Оценка репрезентативности выборочных показателей при помощи стандартной ошибки. Центральная предельная теорема. Закон больших чисел. Определение достаточного объема выборки. Доверительные интервалы для средней арифметической и для доли.

Способы представления средних величин, мер разброса, стандартных ошибок и доверительных интервалов в научных публикациях.

V. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА

Понятие о статистической гипотезе. Нулевая и альтернативная гипотезы. Статистические критерии (тесты). Вероятность справедливости нулевой гипотезы (уровень значимости). Статистические ошибки I и II типа. Мощность критерия (теста). Понятие о параметрических и непараметрических критериях (тестах). Способы трансформации данных для приведения их к нормальному распределению: логарифмирование, извлечение квадратного корня, преобразование Бокса-Кокса, угловое преобразование.

VI. ОСНОВЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

Назначение дисперсионного анализа (ANOVA). Нулевая гипотеза при дисперсионном анализе. Расчет внутри- и межгрупповой дисперсий при однофакторном анализе с равномерным дисперсионным комплексом. *F*-критерий Фишера. Определение внутри- и межгруппового числа степеней свободы. Однофакторный дисперсионный анализ повторных измерений. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе.

Допущения дисперсионного анализа. Проверка нормальности распределения данных: визуальный анализ гистограммы распределения, использование нормальной вероятностной бумаги, тесты Колмогорова-

Смирнова и Шапиро-Уилка. Проверка равенства групповых дисперсий: тесты Бартлетта, Левене, Кохрана, *F*-тест Хартли.

Эффект множественных сравнений. Апостериорный (*post-hoc*) анализ и его методы: тесты Тюки, Нюмена-Кейлса, Шеффе, Даннета.

Непараметрические аналоги однофакторного дисперсионного анализа: *H*-тест Крускала-Уоллиса и тест Фридмана.

Сравнение двух групп. Тест Стьюдента как частный случай дисперсионного анализа. *t*-распределение. Тест Стьюдента для парных измерений. Использование доверительных интервалов для проверки гипотезы о равенстве двух средних. Введение поправки Бонферрони для *t*-критерия при проведении множественных сравнений средних. Непараметрические аналоги критерия Стьюдента: *U*-тест Манна-Уитни, тест Уилкоксона, тест Уэлча.

VII. АНАЛИЗ ЧАСТОТ

z-критерий для сравнения двух выборочных долей и условие его применимости. Анализ таблиц сопряженности при помощи χ^2-критерия. Поправка Йетса на непрерывность. Использование критерия χ^2 для определения нормальности распределения данных. Определение числа степеней свободы при анализе таблиц сопряженности. Точный критерий Фишера. Одностороннее и двустороннее значения точного критерия Фишера.

VIII. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Понятие о функциональной и корреляционной зависимостях. Степень и направление корреляционной зависимости. Коэффициент корреляции Пирсона и оценка его статистической значимости. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

IX. РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Назначение регрессионного анализа. Общий вид регрессионного уравнения. Связь коэффициента регрессии с коэффициентом корреляции. Оценка параметров регрессионного уравнения по выборке с помощью метода наименьших квадратов. Статистическая значимость регрессии. Проверка нулевой гипотезы о равенстве коэффициента регрессии нулю. Стандартные ошибки параметров регрессионного уравнения. Коэффициент детерминации. Анализ остатков. Оценка величины остаточной дисперсии с помощью *F*-критерия. Нахождение доверительной области для линии регрессии. Понятие о нелинейной и множественной регрессионной зависимости.

X. ЭЛЕМЕНТЫ МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИКИ

Понятие о многомерной совокупности и многомерном пространстве. Принцип «сворачивания» информации, заключенной в многомерных совокупностях.

Кластерный анализ и области его применения. Правила объединения объектов в кластеры. Графическое изображение результатов кластерного анализа.

Дискриминантный анализ и области его применения. Дискриминантное уравнение и его параметры.

Анализ главных компонент и области его применения. Принцип ортогональности главных компонент. Кумулятивная объясненная дисперсия.

№ п/п	**Наименование разделов, тем**	**Количество часов**				
		Аудиторные				**Самост. работа**
		Лекции	**Практич., семинар.**	**Лаб. занятия**	**КСР**	
1.	Введение	2				
2.	Данные в биологии	2		2		2
3.	Элементы теории планирования исследований	2		2		2
4.	Описательная статистика	4		4		4
5.	Статистическая гипотеза	2				2
6.	Основы дисперсионного анализа	2		8		6
7.	Анализ частот	2				2
8.	Корреляционный анализ	2		4		2
9.	Регрессионный анализ	4		4		4
10.	Элементы многомерной статистики	2		4		2
		24		**28**		**26**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	контролируемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Введение** Биометрия как наука. Значение статистики в исследовательской работе и профессиональной подготовке специалистов-биологов. Краткая история развития биометрии	2				Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 3, 6, 9, 10	
2	**Данные в биологии** Данные и правила их получения. Генеральная совокупность и выборка. Количественные переменные: дискретные и непрерывные. Качественные переменные. Ранговая шкала измерений. Производные переменные: пропорции, индексы, интенсивности протекания процессов.	2		2		Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 2, 3, 6, 9, 10	Самостоя-тельная работа
3	**Элементы теории планирования исследований** Сплошное и выборочное обследование совокупностей. Важность рандомизированного отбора единиц наблюдения при формировании выборок. Понятие о репрезентативной и смещенной выборках. Полностью случайный отбор и его реализация при помощи таблиц случайных чисел. Стратифицированный отбор.	2		2		Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 2, 3, 6, 9, 10	тест

	Систематический отбор.							
4	**Описательная статистика** Группировка данных в вариационный ряд. Способы графического изображения вариационного ряда. Параметры описательной статистики. Теоретические распределения случайных величин и их свойства. Расчет параметров описательной статистики при качественной изменчивости. Оценка репрезентативности выборочных показателей при помощи стандартной ошибки. Центральная предельная теорема. Закон больших чисел. Определение достаточного объема выборки. Доверительные интервалы для средней арифметической и для доли.	4		4		Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 8-10 ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 8-10	Самостоятельная работа опрос
5	**Статистическая гипотеза** Понятие о статистической гипотезе. Нулевая и альтернативная гипотезы. Статистические критерии. Вероятность справедливости нулевой гипотезы (уровень значимости). Статистические ошибки I и II типа. Мощность критерия. Понятие о параметрических и непараметрических критериях. Способы трансформации данных.	2				Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 8-10	
6	**Основы дисперсионного анализа** Дисперсионный анализ: постановка задачи. Две оценки дисперсии при дисперсионном анализе. Критическое значение *F*-критерия. Допущения дисперсионного анализа. Критерий Стьюдента как частный случай дисперсионного анализа. *t*-распределение. Распространенные ошибки в использовании критерия Стьюдента. Непараметрические аналоги *t*-теста. Методы множественных сравнений.	2		8		Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 7-10	Самостоятельная работа
7	**Анализ частот** *z*-критерий. Критерий χ^2. Точный критерий Фишера.	2				Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 8-10	

8	**Корреляционный анализ** Типы зависимостей между переменными величинами. Коэффициент корреляции Пирсона и оценка его зависимости. *z*-преобразование Фишера. Коэффициент корреляции Спирмена.	2		4		Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 8-10	Самостоя-тельная работа
9	**Регрессионный анализ** Понятие о регрессии. Расчет коэффициентов регрессионного уравнения по выборке. Оценка значимости регрессии. Анализ остатков. Множественная и нелинейная регрессия.	4		4		Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 8-10 ЛО 1-6 ЛД 1-4, 6, 8-10	Опрос Самостоя-тельная работа
10	**Элементы многомерной статистики** Понятие многомерной совокупности данных. Кластерный и дискриминантный анализ. Анализ главных компонент.	2		4		Мультимедийные схемы, рисунки, таблицы	ЛО 1 ЛД 5, 8-10	тест

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Основная и дополнительная литература

№№ п/п	Список литературы	Год издания
	Основная (ЛО)	
1.	*Боровиков В. П., Боровиков И. П.* **STATISTICA: Статистический анализ и обработка данных в среде Windows**	1998
2.	*Гланц С.* **Медико-биологическая статистика**	1999
3.	*Ивантер Э. В., Коросов А. В.* **Основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов**	1992
4.	*Лакин Г.Ф.* **Биометрия**	1990
5.	*Петри А.* **Наглядная медицинская статистика**	1999
6.	*Рокицкий П. Ф.* **Биологическая статистика**	1973
	Дополнительная (ЛД)	
1.	*Афифи А. П.* **Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ**	1982
2.	*Берк К.* **Анализ данных с помощью Microsoft Excel**	2005
3.	*Бейли Н.* **Статистические методы в биологии**	1962
4.	*Боровиков В.* **STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере**	2003
5.	*Ким Дж.-О.* **Факторный, дискриминантный и кластерный анализ**	1989
6.	*Плохинский Н. А.* **Биометрия**	1970
7.	*Рунион Р.* **Справочник по непараметрической статистике: Современный подход**	1993
8.	*Халафян А.* А. **STATISTICA 6. Статистический анализ данных**	2007
9.	*Sokal R. R., Rohlf J. F.* **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**	2001
10.	*Zar J. H.* **Biostatistical analysis**	1984

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

(4 ч. каждое)

1. Знакомство с программой STAISTICA. Группировка данных. Вариационный ряд, его графическое представление.
2. Описательная статистика.
3. Сравнение двух групп. Параметрические и непараметрические методы статистического анализа.
4. Дисперсионный анализ.
5. Корреляционный анализ.
6. Регрессионный анализ.
7. Методы многомерного шкалирования. Кластерный анализ

КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

(темы)

Не предусмотрен.

СТРУКТУРА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА (ЗАЧЕТ):
Определяется по формуле (минимум 4, максимум 10 баллов):

Итоговая оценка = ***А*** *x 0,4 +* ***Б*** *x 0,6*

где ***А*** – средний балл по лабораторным занятиям и КСР,
Б – экзаменационный балл

Итоговая оценка (зачет) выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	**Название кафедры**	**Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине**	**Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)[1]**
1.			

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на _____/_____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ _____ _____
(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ _____ _____
(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

[1] При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине